

Universitat de Lleida



Avaluació de l'efecte de dos programes de pinso sobre els resultats productius, de comportament animal i resultats d'escorxador en vedell Frisó

VETERINÀRIA I CIÈNCIA I PRODUCCIÓ ANIMAL

Autor: Xavier Soldevila Guitart

Data: Febrer del 2021

Tutor: Daniel Villalba Mata

Co-tutor: Marçal Verdú Piqué

1 AGRAÏMENTS

Primer de tot, m'agradaria agrair a la Corporació Alimentària de Guissona per deixar-me formar part d'aquest projecte tant interessant i compartir-lo amb mi.

A tots els treballadors de la Granja Experimental de Nial per facilitar-me la labor dels controls, per ser uns treballadors de qualitat, i ser molt rigorosos alhora de fer la seva feina diària.

Un especial agraïment al veterinari Marçal Verdú per deixar-me incorporar en aquest estudi, per fer-me arribar les dades i la informació, ja que degut a la situació de confinament per la Covid-19 no vaig poder assistir ni fer els controls del final de l'estudi. També per fer els anàlisis estadístics i ajudar-me durant la seva interpretació. I, en general, gràcies per el seu suport i consell durant tots els mesos que ha durat l'estudi, on he pogut aprendre i avançar en el meu desenvolupament professional i personal.

Al meu tutor de la universitat, Daniel Villalba, per acceptar a portar el meu tutoratge i per l'ajuda i consells que m'ha aportat per desenvolupar aquest treball.

Per acabar, als meus amics i, sobretot a la meva família, per donar-me suport en els moments més difícils i recolzar-me durant tot el procés.

ÍNDEX

1	AGRAÏMENTS	2
2	RESUM	6
2.1	ABSTRACT.....	6
3	INTRODUCCIÓ.....	8
3.1	OBJECTIUS.....	9
4	MATERIAL I MÈTODES.....	10
4.1	INSTAL·LACIONS	10
4.1.1	<i>Allotjament dels animals</i>	<i>10</i>
4.2	ANIMALS.....	11
4.3	ALIMENTACIÓ	11
4.3.1	<i>Disseny experimental.....</i>	<i>11</i>
4.4	METODOLOGIA.....	14
4.4.1	<i>Seguiment de pes viu (PV) i consums</i>	<i>14</i>
4.4.2	<i>Comportament animal.....</i>	<i>14</i>
4.4.3	<i>Anàlisis químics.....</i>	<i>16</i>
4.4.4	<i>Qualitat de la canal.....</i>	<i>16</i>
4.4.5	<i>Avaluació macroscòpica de rumen i fetge.....</i>	<i>17</i>
4.4.6	<i>Càlculs i anàlisis estadístics.....</i>	<i>17</i>
5	RESULTATS I DISCUSSIÓ	18
5.1	SANITAT ANIMAL	18
5.2	ANÀLISIS QUÍMICS.....	18
5.3	COMPORTAMENT ANIMAL	20
5.4	DADES PRODUCTIVES	22
5.5	GRAU DE METEORISME I CONSISTÈNCIA DE LES FEMTES	27
5.6	QUALITAT DE LA CANAL.....	29
5.7	AVALUACIÓ MACROSCÒPICA DE RUMEN I FETGE.....	30
6	CONCLUSIONS.....	32
7	REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES.....	33

2 RESUM

L'engreix de vedells és un sector dels més importants dins de la producció animal a la nostra zona. Si ens posem a comparar amb altres sectors, com el porcí o l'avícola, està molt poc avançat en quant a tecnologia i, acaba sent un sector, en la gran majoria, rudimentari, poc tecnificat i amb poca informació actualitzada. En comparació amb altres fases de la producció de remugants, com les vaques de llet, hi ha molt pocs estudis i recerca pel que fa a la nutrició específica de la zona mediterrània, on la producció de vedells es basa en l'alimentació amb pinso i palla, en menjadores separades, i *ad libitum*.

En aquest treball s'estudia com la diferència entre nivells d'energia entre dos pinsos, repartit en dues fases diferenciades (creixement i acabat), afecta a la productivitat i eficiència dels vedells. També, en paral·lel, s'observa si aquestes diferències d'energia afecten de manera significativa al seu comportament i als seus resultats de rendiment i qualitat de canal. El disseny experimental diferenciat per dos tractaments (Convencional vs. Experimental) consta d'una fase de creixement (1.00 vs. 1.02 UFC) i una fase d'acabat (1.05 vs. 1.03 UFC), respectivament.

Un cop analitzades les dades, s'arriba a la conclusió que, amb el tractament Experimental, els animals tenen tendència a ser més eficients, tenir un menor cost de producció i poder escurçar fins a 2 dies el període d'engreix, sense afectar al rendiment de la canal.

2.1 Abstract

Calf fattening is one of the most important sectors in animal production in our area. In terms of technology, it is far from being updated when compared with other sectors such as pig or poultry and ends up being a rudimentary and low-tech industry with barely no state-of-the-art information. There is almost no literature -in comparison to other stages of ruminant production such as dairy cows- about the specific nutrition in the Mediterranean area where calf feeding is based on concentrate and straw -in separate feeders- and *ad libitum*.

In this document we study how the difference of the energy levels between two concentrates -divided into two different phases (growing and finishing)- affects the productivity and efficiency of calves. In addition, we look into how these energy differences affect their behavior and their performance and carcass quality results. The experimental design is differentiated by two treatments (Conventional vs. Experimental) and consists of a growth phase (1.00 vs. 1.02 UFV) and a finishing phase (1.05 vs. 1.03 UFV).

After analyzing the data, we come to the conclusion that, with the Experimental treatment, animals tend to be more efficient, have lower production costs and be able to shorten the fattening period up to 2 days, without affecting the carcass performance.

3 INTRODUCCIÓ

La producció de carn de boví és una de les principals produccions ramaderes de la Unió Europea (UE), amb un valor de gairebé 35.000 milions de € durant l'any 2018 i gairebé 8 milions de tones de carn. Espanya és el quart país de la UE en quant a la seva aportació al valor econòmic del sector, amb 3.363 milions de €, a darrere de França, Regne Unit i Alemanya, i amb una producció de carn de boví que tendeix clarament a l'alça en els últims 5 anys, per un total de 2.5 milions d'animals sacrificats i més de 650.000 tones de carn. (SITRAN, 2019)

En el sistema d'engreix actual a Espanya predominen els sistemes intensius, altament especialitzats en funció del tipus d'animal produït (*mamó* o pastero; femelles o mascles) (SITRAN, 2019). Aquests sistemes són característics de l'àrea mediterrània i completament diferent als sistemes de producció de la resta d'Europa i EEUU, i es basa en la utilització de concentrats rics en cereals per adaptar-se a les possibilitats productives d'aquests països, on la climatologia redueix la disponibilitat i eleva els costos de producció de farratges. En la regió mediterrània, l'ús de pinsos amb alta concentració energètica, amb una presentació en granulat o farines, combinat amb l'aportament de palla, tot *ad libitum* en menjadores separades, condueix a una reducció paral·lela de l'edat al sacrifici fins als 9-11 i 12-14 mesos, ja que sinó es produiria un excessiu engrassament de la canal (De Blas et al., 2008, Ferret et al., 2008).

El nombre d'explotacions d'engreix de bovins a Espanya, segons dades del Sistema Integral de Trazabilidad Animal (SITRAN), el 1 de Juliol del 2020, era de 21.412 explotacions (14.77 % sobre el total d'explotacions de bovins). Aquestes explotacions acullen el 36.77 % del cens boví (2.559.444 animals; agafant com a tall bovins menors de 12 mesos), representant així una bona part de la cabanya actual nacional. Partint d'aquestes dades, i comparades amb 5 anys enrere, es pot deduir que el nombre d'explotacions d'engreix es veu reduït mentre que el cens d'animals augmenta, i això podria ser degut a un augment de la capacitat per explotació, per la creació de noves explotacions més grans i l'abandonament o renovament d'altres de més antigues i petites.

Una empresa important en el sector del boví és bonÀrea Agrupa, productora i integradora de vedells frisons, a més d'una empresa que es dedica a la fabricació i venda de pinsos. Tenen el seu propi sistema de producció de vedells que consta de tres fases; s'inicia amb l'entrada de vedell *mamó* a uns 55 kg de pes viu (PV), al cap d'uns 3 mesos, amb uns 150-160 kg de PV, aquests passen a la fase d'engreix, que tindrà una durada aproximada de 200 dies (110-130 de creixement i 70-90 dies d'acabat). Finalment, la fase d'acabat, que els animals finalitzen amb uns 450-480 kg de PV i abans de l'any de vida. L'alimentació que utilitzen està basada en concentrat, amb presentació en forma de granulat, i palla, administrats *ad libitum*, en menjadores separades. En la fase d'engreix, es diferencien bàsicament dues dietes, una durant la fase de creixement [(1.00 Unitat Farratgera Carn (UFC)/kg, 13.0 % proteïna bruta (PB)] i l'altre durant la fase d'acabat (1.05 UFC/kg, 12.5 % PB), segons les recomanacions nutricionals de vedells d'engreix de la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA).

Una part de nutròlegs de remugants a Espanya es guia per les recomanacions de FEDNA, que ha desenvolupat unes taules consultables amb recomanacions nutricionals per les diferents espècies productives i sent adequada al sistema de producció nacional. La última revisió i actualització disponible pel que correspon a les recomanacions nutricionals de remugants, data de l'any 2008, el que pot representar un problema ja que en tot aquest període hi ha hagut canvis i millores en el sector, com la modernització de la tecnologia de fabricació de pinsos, la forma i la presentació del concentrat en granulació, la genètica animal també ha variat, les matèries primes han augmentat i diversificat, motiu pel qual aquestes taules potser ja no són tant adequades. Hi ha disponibles altres sistemes i recomanacions nutricionals com el National Research Council (NRC) o Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), però estan basats en sistemes de farratges amb una barreja única (*Unifeed*), i no son adaptades al sistema de producció amb concentrat i palla.

Tenint en compte que les últimes recomanacions nutricionals proporcionades per FEDNA (2008) daten de fa més de 10 anys, que els altres sistemes (NRC, INRA) no són extrapolables al nostre mètode productiu, i per la inexistència de publicacions pel que fa al sistema de producció actual i nivells d'energia, es genera la hipòtesis de si s'està alimentant bé als animals o si es podria millorar i fer més eficient la dieta, augmentant el nivell d'energia per cobrir de forma òptima les necessitats energètiques.

Partint de tot això, es planteja l'objectiu de variar el nivell d'energia, sincronitzat amb el nivells de proteïna de la dieta, en els concentrats de vedells d'engreix, segons el treball realitzat per el grup d'investigació de la ETSIAAB-UPM de *Recomendaciones nutritivas para cebo de terneros* (Jimeno et al., 2018; estudi no publicat), on proposa un programa d'alimentació basat en un concentrat més energètic durant la fase de creixement i un concentrat menys energètic durant la fase d'acabat, es millora l'eficiència dels animals.

3.1 Objectius

L'objectiu principal de l'estudi doncs, va enfocat en determinar i avaluar l'efecte de dos programes de pinso (Convencional vs. Experimental) en termes de nivell d'energia i proteïna digestible a intestí (PDI) sobre els resultats productius en vedell Frisó, alimentats amb dietes riques en concentrat i engreixats sota condicions experimentals.

Com a objectius secundaris, també es pretén avaluar l'efecte d'aquests dos programes en termes de comportament animal, resultats de rendiment i qualitat de canal i resultats econòmics.

4 MATERIAL I MÈTODES

4.1 Instal·lacions

Tot l'estudi s'ha desenvolupat a les instal·lacions de la Granja Experimental Nial, que forma part de la Cooperativa Agrària de Guissona i està situada al costat del poble de Guissona (Lleida). L'explotació experimental està formada per diferents naus adaptades a diferents espècies de producció (pollastres, gallines de producció, porcs de transició i engreix, xais i vedells en lactació i d'engreix), i és on s'hi duen a terme diferents projectes d'investigació per tal de millorar el sistema de producció de cada una de les espècies. Pel que correspon a aquest estudi en concret, s'ha desenvolupat a la "Nau 23", adaptada per l'engreix de vedells des del deslletament fins al sacrifici i on s'hi realitzen sovint estudis per millorar aquesta etapa.

4.1.1 *Allotjament dels animals*

La nau té forma de "L" i les seves dimensions són: 13.60 m a la base ample, 10.63 m al lateral curt, 8.37 m a la base curta, i 49.64 m al lateral llarg. La nau està equipada amb sondes i detectors de temperatura i humitat tant interna com externa que registren valors diaris. La il·luminació és natural i la ventilació està programada perquè un dels costats tanqui/obri les finestres depenen de la temperatura, mentre que l'altre costat es regula de forma manual. A la nau, s'hi poden diferenciar tres parts:

La entrada té unes dimensions de 8.01 m d'ample per 10.63 m de llargada. Aquí s'hi pot trobar el moll de càrrega/descàrrega dels animals, amb un petit tancat interior, una "mànega de maneig" i una bàscula, i és des d'on s'accedeix als corrals dels animals.

El magatzem està situat al costat de l'entrada. La seva dimensió és de 5.05 m d'ample i 10.27 m de llargada. S'hi emmagatzema tota l'alimentació dels animals en sacs.

La zona dels corrals dels animals té una dimensió de 8.01 m d'ample i 39.01 m de llargada. Està dissenyat de manera que es troben 8 corrals per banda, separats per un passadís central, i sumant un total de 16 corrals amb les mateixes dimensions. Cada corral té una dimensió total de 16.83 m², equipat amb una menjadora per el concentrat (586 L) i una altra per la palla (1,224 L), deixant una dimensió disponible total per l'allotjament dels animals de 13.77 m². En aquest estudi, en concret, la densitat per cada corral ha estat de 4 animals (3.44 m² per animal). Cada corral compta amb 1 abeurador individual equipat amb un comptador d'aigua. Pel que fa al terra, la nau està equipada amb un *slat* de formigó, construït sobre una fossa on van a parar les femtes i altres residus.

4.2 Animals

S'han utilitzat 64 vedells mascles de la raça frisona, amb una mitjana de pes de 182.6 kg PV i uns 142 dies d'edat inicial. Es diferencien en dos orígens, ja que 22 animals formaven part d'un altre estudi que s'havia realitzat en la fase d'alletament, i la resta (42 animals) provenien d'un altre origen nacional. Els 22 animals que ja havien format part d'un estudi anterior partien amb un pes i una edat una mica més alts que la resta i han elevat les mitjanes de PV i edat. En els dos tractaments hi ha els mateixos animals de cada origen.

Es van formar corrals homogenis de 4 animals segons el pes d'aquests, i a cada un se li va assignar aleatòriament un dels dos tractaments experimentals definits segons el programa d'alimentació establert. La duració del programa d'alimentació (engreix) ha estat idèntica per ambdós tractaments i ha consistit en 14 dies d'adaptació, on els dos tractaments han consumit el mateix concentrat i ha estat clau per partir des de les mateixes condicions, 97 dies de la fase de creixement i 70 dies de la fase d'acabat.

4.3 Alimentació

La dieta està basada en el sistema convencional de producció de l'empresa bonÀrea, i es basa en l'aplicació de dos concentrats, un de creixement (fins a dia 97 d'estudi, aproximadament 239 dies de vida) i un d'acabat (fins a final d'estudi, a dia 167, aproximadament 309 dies de vida), amb la suplementació mitjançant palla. Durant tot l'estudi l'alimentació ha estat sempre *ad libitum*. La forma de presentació dels concentrats és en granulat/pellet, emmagatzemada en sacs, els ingredients nutricionals i la formulació han estat fets en condicions comercials, i per tant, és aplicable a qualsevol altre explotació.

4.3.1 *Disseny experimental*

Pel que fa al programa d'alimentació, s'ha diferenciat en dos tractaments; un programa d'alimentació convencional (Cn), compost amb un pinso de creixement (1.00 UFC/kg) i un d'acabat més energètic (1.05 UFC/kg), i un programa experimental (Ex), amb un pinso de creixement més energètic (1.02 UFC/kg) i un pinso d'acabat menys energètic (1.03 UFC/kg), en comparació al convencional. A més del nivell d'energia, també es diferencien els pinsos en PDIs. Els ingredients i els nutrients formulats [sobre matèria fresca (MF)] per cada concentrat apareixen a la **Taula 1** i **Taula 2**.

Taula 1. Taula d'ingredients i nutrients (sobre MF) del concentrat de la fase de creixement segons tractament.

Ingredients (% MF)	Tractament ¹	
	Cn	Ex
Blat de moro	23.91	41.99
Ordi	14.69	19.82
Blat	6.00	6.00
Segó de blat	8.20	4.90
Gluten feed	15.00	15.01
Soja	6.48	8.26
Greix	0.79	1.17
Carbonat	1.81	1.63
Sal	0.10	0.10
Bicarbonat	0.50	0.50
Nucli	0.30	0.30
Adsorbent de micotoxines	0.20	0.20
Llevat	0.04	0.04
Surfactant	0.07	0.07
Polpa de remolatxa	0.87	
Restes	3.00	
Farineta de blat de moro	18.04	
Nutrients esperats (% MF)		
Cendres	5.31	4.90
Proteïna	13.12	13.20
Extracte eteri	3.70	3.49
FND	15.88	14.70
NFC ²	61.99	63.71
Energia (UFC) ³	1.00	1.02

¹Diferents tractaments per nivell d'energia. Cn = tractament convencional; Ex = tractament experimental.²NFC: carbohidrats no fibrosos [calculats 100 - (proteïna + cendres + FND + extracte eteri)]³UFC calculades amb el programa de formulació de pinsos basat en el sistema NRC

Taula 2. Taula d'ingredients i nutrients (sobre MF) del concentrat de la fase d'acabat segons tractament.

Ingredients (% MF)	Tractament ¹	
	Cn	Ex
Farina blat de moro	39.98	39.96
Ordi	15.99	15.98
Segó de blat	3.38	2.58
Gluten feed	15.01	15.01
Blat	8.26	9.59
Polpa de remolatxa	6.28	8.14
Soja	5.60	4.62
Greix <i>by-pass</i>	1.80	0.80
Greix palma	1.33	1.00
Carbonat	0.93	1.02
Sal	0.20	0.20
Urea	0.13	
Bicarbonat sòdic	0.50	0.50
Nucli	0.20	0.20
Adsorbent micotoxines	0.20	0.20
Llevats	0.04	0.04
Surfactant	0.07	0.07
Glicinat de magnesi	0.10	0.10
Nutrients esperats (% MF)		
Cendres	4.58	4.45
Proteïna	12.50	11.88
Extracte eteri	5.00	3.83
FND	15.99	16.55
NFC ²	61.93	63.29
Energia (UFC) ³	1.05	1.03

¹Diferents tractaments per nivell d'energia. Cn = tractament convencional; Ex = tractament experimental.²NFC: carbohidrats no fibrosos [calculats 100 - (proteïna + cendres + FND + extracte eteri)]³UFC calculades amb el programa de formulació de pinsos basat en el sistema NRC

4.4 Metodologia

L'estudi va tenir una durada de 167 dies, sense tenir en compte els 15 dies d'adaptació que van fer els animals per tal de què partissin en les mateixes condicions. Es van programar diferents tipus de controls específics de camp i a l'escorxador un cop sacrificats els animals. Els animals van ser controlats i revisats diàriament de forma visual per el personal de l'explotació per tal de detectar i anticipar-se a malalties que poguessin sorgir.

4.4.1 *Seguiment de pes viu (PV) i consums*

Els animals van ser pesats individualment cada 14 dies durant tot l'estudi, que es va dividir en 13 períodes de 14 dies. El control de consum de concentrat i de palla es va fer de forma manual, degut a no comptar amb sistemes automàtics de registre, de forma que, cada 14, coincidint amb els controls de pes viu dels animals, es retirava tot el concentrat i la palla restant de les menjadores i es pesava. Cada vegada que els treballadors afegien pinso i/o palla, anotaven el pes que posaven a cada corral i, fent la diferència entre l'aliment entrat i l'extret el dia del control, es va obtenir el concentrat i la palla consumits per corral. Cada corral comptava amb 1 abeurador individual de cassoleta, equipat amb un cabalímetre, de manera que, coincidint també amb els controls individuals de pes i els del concentrat i la palla, s'anotava el registre que marcava cada aparell per tal d'obtenir el consum, fent la diferència amb la última dada registrada. Es registraren també el grau de meteorisme (0 = no inflat; 1 = lleugerament; 2 = lleu; 3 = moderat; 4 = greu; 5 = terminal) segons Johnson et al. (1958) i la consistència de les femtes (1 = normal; 2 = tova cap a solta; 3 = solta cap a aquosa; 4 = aquosa amb mucositat, lleugerament sanguinolenta; 5 = aquosa amb mucositat i sang) segons Lesmeister i Heinrichs (2004) de forma visual, cada 14 dies.

4.4.2 *Comportament animal*

Es va utilitzar la metodologia d'escàner visual, per tal d'obtenir l'activitat general (animals drets, ajaguts, menjant concentrat o palla, bevent i remugant) al corral i el comportament social (interaccions no agonístiques, agonístiques i sexuals) dels animals. Aquests registres corresponen al recompte total de cada una de les activitats en un corral (Mounier et al., 2005). El registre es va dur a terme cada 21 dies al llarg de tot l'estudi entre les 07.00 i les 10.00 h mitjançant el mostreig per arrossegament com es descriu en Rotger et al. (2006), Robles et al. (2007), Mach et al. (2008) i Marti et al. (2010). Es va dur a terme el registre a 13, 34, 55, 76, 97, 139, 156 i 167 dies d'estudi. Degut a la pandèmia causada per la Covid19, algun control durant la fase d'acabat es va veure alterat o canviat de dia.

Taula 3. Descripció de les activitats generals registrades

Activitat	Definició
Menjar	Menjar (concentrat o palla) es defineix quan l'animal té el cap dins la menjadora i es dedica a mastegar. Una observació es defineix com a menjar quan el vedell està menjant a la menjadora amb el cap a dins o mastegant o empassant menjar amb el cap a la menjadora.
Beure	L'acció de beure es registra quan l'animal té la boca dins l'abeurador. Una observació es compta com a beure quan el vedell està amb el morro dins l'abeurador o empassant aigua.
Remugar	Remugar inclou la regurgitació, la masticació i la deglució del bolus alimentari.
Ajagut	Està ajagut es registra quan l'animal no està de peu sobre les seves 4 potes, independentment de l'activitat que estigui realitzant.
Dret	Està de peu es registra quan l'animal es manté sobre les seves 4 potes, independentment de l'activitat que estigui realitzant.

Aquest mètode de mostreig per exploració descriu un comportament exhibit per un animal en un interval de temps fix (Estabrook, 1979). Es destinaven uns 15 minuts per cada quatre corrals (avaluats alhora) i es va fer un total de dos períodes de mostreig continu per avaluar el comportament social, mentre que, les activitats generals, es van puntuar en 3 mostreigs de 10 segons en intervals de 5 minuts (Mach et al., 2008). D'aquesta manera, cada corral era vist dues vegades, amb una hora de diferència aproximadament. Les activitats que es registraven i la seva definició apareixen reflexades a la **Taula 3** i a la **Taula 4**.

Taula 4. Descripció del comportament social registrat

Activitat	Definició
Interaccions no agonístiques	
Self-grooming	Es defineix com llepar-se de forma no estereotipada el seu propi cos o rascar-se amb una extremitat posterior o contra accessoris.
Social behavior	Quan un vedell llepa o ensuma a un vedell veí amb el morro o amb el cap.
Oral behavior	Quan un vedell llepa o mossega els accessoris o instal·lacions.
Interaccions agonístiques	
Fighting	Quan els vedells es colpegen violentament cap contra cap.
Butting	Quan un vedell empenya vigorosament amb el cap qualsevol part d'una altre vedell.
Displacement	Quan un vedell es posa a empenyes entremig de dos animals o entre un animal i la paret o qualsevol instal·lació.
Chasing	Quan un vedell fa fugir a un altre seguint-lo ràpid o corrent darrere seu.
Chasing-up	Quan un vedell fa servir un contacte físic fort contra un animal que està en repòs, fent que aquest últim s'aixequi.
Interaccions sexuals	
Flehmen	Llavi superior invertit.
Attempted mounts	Cap d'un vedell sobre el llom d'un altre.
Completed mounts	Quan un vedell posa les extremitats anteriors a sobre el llom d'una altre.
Estereotípies	
Estereotípies orals	<i>Tongue Rolling</i> , moviment de llengua estereotipat, o mossegar la tanca o instal·lacions.

4.4.3 Anàlisis químics

Durant tot l'estudi es van agafar mostres tant de concentrat (a dia 1, 42, 84, 97, 127 i 161) com de palla (a dia 1, 63, 97 i 161) i les mostres van ser analitzades a través del mètode via humida (LAB) i amb el mètode *Near-infrared spectroscopy* (NIR). Les analítiques per via humida incloïen la humitat (H LAB) durant 24 h a 103°C, cendres (CB LAB, 4 h a 550°C), proteïna bruta (PB LAB) per el mètode Kjeldhal (mètode 981.10; AOAC, 1995), fibra bruta (FB LAB) segons (Van Soest et al., 1991) utilitzant sulfit de sodi i α -amilasa, i extracte eteri (GB LAB) a través de Soxhlet amb una hidròlisis àcida prèvia (mètode 920.39; AOAC, 1995). També es van analitzar la qualitat del granulat com la durabilitat (la mostra es va fer passar per un tamís de 2.5 mm durant 30 s per obtenir 150 g de mostra, després es va col·locar en una centrifugadora durant 5 min a 50 rpm. Es va retirar la mostra i es van fer passar els fins per un altre tamís de 2.5 mm, i el percentatge de durabilitat es va expressar com la relació entre el pes després de centrifugar i el pes abans de centrifugar, multiplicat per 100). El mètode NIR es va utilitzar per determinar humitat (H NIR), proteïna bruta (PB NIR), greix brut (GB NIR), cendres (CB NIR), i fibra bruta (FB NIR).

4.4.4 Qualitat de la canal

A dia 167 es finalitza l'estudi. Els animals van ser seleccionats per pes (pes mig del corral) i traslladats a l'escorxador (Escorxador La Closa, del Grup Alimentari Guissona, Guissona, Espanya), que està a una distància de 2 km. El transport dels animals es va organitzar en dues càrregues, sense barrejar animals de diferents tractaments i corrals. Es van seleccionar els 4 corrals de més pes de cada tractament, per no crear diferències entre tractaments. Els animals van ser atordits amb una pistola de bala captiva i feinejats segons les pràctiques comercials. Els animals que no van participar en la primera càrrega, degut a la logística de l'escorxador, van estar 1 setmana més en estabulació i, passada aquesta setmana, es van enviar a sacrifici.

Immediatament després del sacrifici, es va registrar el pes de mitja canal (PMC), i el grau de conformació i engrassament de la canal es va classificar segons les categories (S)EUROP (EU Regulation No. 1208/81 i 1026/91) i el sistema de classificació de la UE en 1, 2, 3, 4, 5 (EU Regulation No. 1208/81), respectivament. La classe de conformació assignada a la lletra "S" (superior) descriu les canals amb tots els perfils extremadament convexes i amb un desenvolupament muscular excepcional (tipus de canal de doble múscul), mentre que la conformació classificada com "E" (excel·lent) descriu les canals amb tots els perfils de convexes a super-convexes, i amb un desenvolupament muscular excepcional, la conformació classificada en "U" (molt bona) descriu les canals amb perfils en tot el seu conjunt convexes i amb molt bon desenvolupament muscular. Les canals classificades com "R" (bones) presenten perfils, en el seu conjunt, rectes i amb bon desenvolupament muscular. Les canals classificades com "O" (regular) presenten perfils rectes a còncaus i amb desenvolupament muscular mitjà, i les canals classificades com "P" (pobres) presenten totes perfils còncaus a molt còncaus amb pobre desenvolupament muscular. A més, el grau de cobertura de greix descriu la quantitat de grassa a l'exterior de la canal i a la cavitat toràcica. La classe de cobertura de grassa classificada com 1 (baixa), descriu poca o cap cobertura de grassa, i la classe 5 (molt

alta) descriu una canal sencera coberta de grassa i amb grans dipòsits de greix a la cavitat toràcica. El rendiment de la canal es va calcular dividint el PMC per el pes viu abans del sacrifici.

4.4.5 *Avaluació macroscòpica de rumen i fetge*

Els rúmens es van dividir en àrees segons Lesmeister et al. (2004) per examinar la presència d'úlceres i la presència de fusió de papil·les (Nocek et al., 1984). També es van classificar els rúmens del 1 al 5 segons la seva coloració, puntuant amb un 5 una coloració negra del rumen i un 1 als rúmens de coloració clara (Paniagua et al., 2019). Els abscessos hepàtics es van classificar segons Brown et al. (1975).

4.4.6 *Càlculs i anàlisis estadístics*

La freqüència de cada comportament social es va obtenir a través de la suma per dia, per lot, i escaneig. Del percentatge de cada activitat general se'n va obtenir la mitjana per dia, per lot i per escaneig.

El corral es va considerar com la unitat experimental per tots els anàlisis estadístics ($n = 8$ rèpliques), i els animals es van considerar com les unitats de mostreig, com una mesura repetida que normalment es veu amb varies repeticions del mateix animal al llarg del temps.

Les dades de consum, rendiment, creixement i comportament animal es van analitzar utilitzant un model d'efectes mixtes amb mesures repetides amb el procediment MIXED (versió 9.2; SAS Inst., Inc., Cary, NC). El model incloïa el pes corporal inicial com una covariable; tractament, període (14 dies per dades de consum i creixement; cada 21 dies per dades de comportament animal) i la seva interacció com efectes fixos; i corral i fase d'engreix com efectes aleatoris.

Les dades inicials de pes corporal, edat, pes final i canal es van analitzar mitjançant un model d'efectes mixtes (versió 9.2; SAS Inst., Inc.) que incloïa el tractament com efecte fix i el corral i la fase d'engreix com efectes aleatoris.

La conformació i el grau d'engrassament de la canal, l'avaluació macroscòpica del rumen, les dades de les lesions hepàtiques i els registres de salut animal es van analitzar amb PROC FREQ del SAS amb una distribució X^2 (versió 9.2; SAS Inst., Inc.).

El nivell de significació es va establir en $P < 0.05$, i les tendències es van discutir amb $P \leq 0.10$.

5 RESULTATS I DISCUSSIÓ

Els resultats comentats en aquest estudi es centren principalment en l'efecte causat per les diferències de nivell d'energia en el pinso, per poder simplificar l'objectiu del treball i facilitar la seva comprensió, a més a més d'obrir una porta a un camp amb dèficit d'informació i un llarg camí per davant.

5.1 Sanitat animal

Un animal va ser retirat (1 vedell del tractament Ex) a dia 46 d'estudi per problemes sanitaris, degut a una pneumònia crònica. Un total de 3 animals (2 del tractament Ex; 1 del tractament Cn) van haver de ser tractats per problemes respiratoris, sense importància clínica ja que es va resoldre amb rapidesa. Una altre animal (del tractament Cn) va ser tractat per problemes de coixesa, però també sense importància. En quant a tractaments col·lectius, es van administrar 2 tractaments generals, a dia 14 i 84 d'estudi, amb el medicament *Polibascot*® com a mesura preventiva enfront problemes digestius.

5.2 Anàlisis químics

S'ha fet la mitjana dels anàlisis químics, per tractament i per fase d'engreix, i s'han exposat a la **Taula 5** (dades de la fase de creixement) i a la **Taula 6** (dades de la fase d'acabat). Els següents resultats estan expressats en percentatge sobre matèria seca (MS). S'han analitzat amb el mètode de via humida i el mètode NIR, d'aquesta manera es poden comparar resultats segons el tipus d'anàlisi. Es considera un error destacable qualsevol valor amb un error experimental (EE) superior al 5%.

Taula 5. Mitjana dels resultats d'anàlisis laboratorials (sobre MS) del pinso per tractaments, comparats amb la fórmula, de la fase de creixement.

Ítem	Cn ¹			Ex ²		
	Fórmula	Anàlisi	EE ³ (%)	Fórmula	Anàlisi	EE (%)
H LAB ⁴ (%)	88.53	86.53	2.26	88.66	87.44	1.38
H NIR ⁵ (%)	88.53	86.63	2.15	88.66	87.24	1.61
PB LAB (%)	14.83	15.12	-1.94	14.89	15.50	-4.06
PB NIR (%)	14.83	15.00	-1.18	14.89	14.59	2.04
GB LAB (%)	4.18	3.75	10.28	3.93	3.98	-1.16
GB NIR (%)	4.18	4.47	-6.96	3.93	4.29	-9.05
FB LAB (%)	5.08	5.01	1.33	4.44	3.92	11.72
FB NIR (%)	5.08	5.68	-11.79	4.44	4.19	5.55
CB LAB (%)	6.00	5.73	4.49	5.53	5.35	3.20
CB NIR (%)	6.00	5.97	0.53	5.53	6.03	-9.10

CNF ⁶ LAB (%)	69.92	70.39	-0.68	71.20	71.25	-0.07
CNF NIR (%)	69.92	68.88	1.48	71.20	70.90	0.43
ME ⁷ LAB (Mcal/kg MS)	2.90	2.89	0.10	2.92	2.95	-0.97
ME NIR (Mcal/kg MS)	2.90	2.89	0.13	2.92	2.92	-0.08
UFC Esp. ⁸	1.006	.	0.00	1.014	.	0.00
UFC ⁹ LAB Obs.	.	1.005	0.10	.	1.024	-0.97
UFC NIR Obs.	.	1.005	0.13	.	1.015	-0.08
PDI ¹⁰ LAB (g/kg MS)	103.80	105.81	-1.94	104.25	108.48	-4.06
PDI NIR (g/kg MS)	103.80	105.02	-1.18	104.25	102.12	2.04

¹Cn = tractament convencional²Ex = tractament experimental³EE = error experimental (%); calculat ((fórmula - anàlisi) / fórmula) * 100⁴LAB = mètode d'anàlisi laboratorial de via humida⁵NIR = mètode d'anàlisi laboratorial per espectroscòpia⁶CNF = 100 - PB (MS) - GB (MS) - FB (MS) - CB (MS)⁷ME = (0,057*PB (MS)) + (0,094*GB (MS)) + (0,0415*CNF) * 0,7⁸Esp. = Valor esperat aplicant la fórmula de les UFC.⁹UFC Obs. = ME / 2,88¹⁰PDI Obs. = PB (MS) * 10 * 0,7

El GB es veu més alterat, i concretament quan és analitzat per el mètode via humida, això és degut a que aquest mètode no utilitza una hidròlisi àcida prèvia per extreure el greix (com en el cas del mètode NIR) i una part es perd i no apareix afegida a l'anàlisi. Es pot observar aquest descens en el GB en les dues fases. Pel que fa a les UFC i la PDI observats, en els dos casos s'ajusta a la fórmula i al disseny experimental.

Taula 6. Mitjana dels resultats d'anàlisis laboratorials (sobre MS) del pinso per tractaments, comparats amb la fórmula, de la fase d'acabat.

Ítem	Cn ¹			Ex ²		
	Fórmula	Anàlisi	EE ³ (%)	Fórmula	Anàlisi	EE (%)
H LAB ⁴ (%)	88.81	87.67	1.29	88.71	86.98	1.95
H NIR ⁵ (%)	88.81	88.01	0.90	88.71	87.14	1.77
PB LAB (%)	14.07	14.89	-5.78	13.40	13.86	-3.42
PB NIR (%)	14.07	14.43	-2.54	13.40	13.14	1.94
GB LAB (%)	5.63	4.44	21.14	4.32	3.70	14.30
GB NIR (%)	5.63	5.55	1.48	4.32	4.51	-4.34
FB LAB (%)	5.32	4.90	7.80	5.64	5.20	7.74
FB NIR (%)	5.32	4.89	8.10	5.64	5.74	-1.81
CB LAB (%)	5.16	5.28	-2.47	5.01	5.10	-1.61
CB NIR (%)	5.16	5.65	-9.51	5.01	5.72	-14.04
CNF ⁶ LAB (%)	69.82	70.49	-0.95	71.63	72.14	-0.72
CNF NIR (%)	69.82	69.49	0.48	71.63	70.89	1.02
ME ⁷ LAB (Mcal/kg MS)	2.96	2.93	0.90	2.90	2.89	0.26
ME NIR (Mcal/kg MS)	2.96	2.96	0.03	2.90	2.88	0.67
UFC Esp. ⁸	1.028	.	0.00	1.007	.	0.00

UFC ⁹ LAB Obs.	.	1.019	0.90	.	1.004	0.26
UFC NIR Obs.	.	1.028	0.03	.	1.000	0.67
PDI ¹⁰ LAB (g/kg MS)	98.50	104.20	-5.78	93.79	97.01	-3.42
PDI NIR (g/kg MS)	98.50	101.01	-2.54	93.79	91.98	1.94

¹Cn = tractament convencional²Ex = tractament experimental³EE = error experimental (%); calculat ((fórmula – anàlisi) / fórmula) * 100⁴LAB = mètode d'anàlisi laboratorial de via humida⁵NIR = mètode d'anàlisi laboratorial per espectroscòpia⁶CNF = 100 – PB (MS) – GB (MS) – FB (MS) – CB (MS)⁷ME = (0,057*PB (MS)) + (0,094*GB (MS)) + (0,0415*CNF) * 0,7⁸Esp. = Valor esperat aplicant la fórmula de les UFC.⁹UFC Obs. = ME / 2,88¹⁰PDI Obs. = PB (MS) * 10 * 0,7

Pel que fa a les UFC observades en la fase d'acabat, apareix una diferència amb el valor esperat, tant en la fórmula com en l'anàlisi, i en els dos mètodes laboratorials. La diferència és de -0.025 UFC per els dos tractaments aproximadament, respecte les UFC esperades. Al ser una desviació igual per els dos tractaments, no es descarta el disseny experimental. El càlcul de la UFC esperada es realitza mitjançant el programa de formulació de pinsos i és el teòric.

5.3 Comportament animal

El comportament general dels animals (dret, ajagut, menjant concentrat/palla, bevent i remugant) no s'ha vist afectat pel que fa a la variable de tractament. Els resultats de l'anàlisi es mostren a la **Taula 7**.

Taula 7. Percentatges de les activitats generals (%) de vedells alimentats amb dues dietes amb diferent nivell d'energia al llarg de 167 dies d'estudi i registrat per mostreig d'exploració

Ítem	Tractament ¹		EEM ³	P-valor ²		
	Cn	Ex		Trt	D	Trt * D
Dret	83.27	83.51	2.65	0.95	<0.0001	0.57
Ajagut	16.80	16.49	2.64	0.94	<0.0001	0.61
Menjar concentrat	10.68	12.65	2.95	0.20	<0.0001	0.93
Menjar palla	21.03	17.69	4.64	0.54	<0.0001	0.18
Bevent	2.99	3.32	0.49	0.64	<0.0001	0.93
Remugant	3.26	4.17	0.99	0.44	<0.0001	0.80

¹Diferents tractaments per nivell d'energia. Cn = tractament convencional; Ex = tractament experimental.²Els efectes fixes van ser Tractament (Trt), Dia (D) i la interacció entre tractament i dia (Trt * D).³EEM = Error Estàndard de la Mitjana

El comportament de les interaccions socials (interaccions no agonístiques, interaccions agonístiques, interaccions sexuals i estereotípies) ha resultat amb què no hi ha diferència entre els dos tractaments. Els resultats de comportament social es reflexa a la **Taula 8**.

Taula 8. Freqüència de les interaccions socials (temps de comportament en el corral de 15 min) de vedells alimentats amb concentrats de diferents nivells d'energia durant 167 dies d'estudi i registrat per mostreig d'exploració

Ítem	Tractament ^a		EEM ^b	P-valor ^c		
	Cn	Ex		Trt	D	Trt * D
Interaccions no agonístiques						
Self-grooming	8.04	7.86	0.41	0.78	<0.0001	0.93
Social	2.66	2.95	0.33	0.47	0.0002	0.42
Oral	2.07	3.13	0.37	0.03	0.02	0.75
Interaccions agonístiques						
Fighting	1.48	1.30	0.19	0.49	<0.0001	0.50
Butting	0.72	0.70	0.11	0.88	<0.0001	0.50
Displacement	0.03	0.06	0.03	0.45	0.12	0.80
Chasing	0.07	0.03	0.03	0.23	0.37	0.13
Chasing-up	0.09	0.05	0.03	0.45	0.03	0.40
Interaccions sexuals						
Flehmen	1.32	1.00	0.21	0.07	<0.0001	0.75
Attempted mounts	1.87	1.44	0.36	0.32	0.01	0.26
Completed mounts	0.05	0.03	0.02	0.58	0.21	0.50
Estereotípies						
Estereotípies orals	0.04	0.14	0.11	0.46	0.49	0.48

¹Diferents tractaments per nivell d'energia. Cn = tractament convencional; Ex = tractament experimental.²Els efectes fixes van ser Tractament (Trt), Dia (D) i la interacció entre tractament i dia (Trt * D).³EEM = Error Estàndard de la Mitjana

Aquesta informació ens indica que cap dels dos tractaments ha mostrat un comportament més inquiet o més calmat. És una de les possibilitats que es volia estudiar, ja que la nutrició amb pinsos formulats amb nivells energètics més elevats, es podia interpretar que els animals podrien estar més nerviosos, i això derivés a tenir més animals de peu, més baralles, interaccions sexuals, etc. (Verdú et al., 2015). Els resultats assenyalen que amb aquest nivell d'energia no n'hi ha prou per trobar diferències pel que fa al comportament, tant general com social.

5.4 Dades productives

Les dades productives s'han agrupat en tres grups; dades globals de la fase de creixement (**Taula 9**), dades globals de la fase d'acabat (**Taula 10**) i dades globals de tot l'engreix (**Taula 11**). En cada un d'elles s'analitzen les mateixes variables.

Taula 9. Dades globals de la fase de creixement (97 dies creixement).

Ítem	Tractament ¹		EEM ³	P – valor ²		
	Cn	Ex		Trt	D	Trt * D
Pes viu inicial (kg)	183.1	182.2	0.82	0.47		
Edat inicial (dies)	143.0	141.8	0.90	0.38		
Pes viu final (kg)	339.2	342.7	2.39	0.32		
Edat final (dies)	240.0	237.7	0.80	0.06		
Creixement (kg)	156.2	160.6	2.62	0.26		
Guany mig diari (kg/dia)	1.61	1.65	0.041	0.43	<0.01	0.03
Consum pinso diari (kg/dia)	7.03	6.84	0.071	0.06	<0.01	0.23
Consum palla diari (kg/dia)	0.69	0.70	0.021	0.72	<0.01	0.39
Consum aigua diari (L/dia)	25.61	24.78	0.624	0.36	<0.01	0.48
Consum pinso acumulat (kg)	681.4	662.3	6.67	0.06		
Consum palla acumulat (kg)	66.7	67.7	2.37	0.76		
Consum aigua acumulat (L)	2478.2	2396.6	66.31	0.40		
Índex de conversió pinso (kg/kg)	4.47	4.37	0.124	0.58	<0.01	0.04
Índex de conversió (kg/kg)	4.91	4.82	0.137	0.66	<0.01	0.04
Cost pinso (€/vedell)	154.5	153.5	1.46	0.63		
Cost pinso kg crescut (€/vedell)	0.99	0.96	0.014	0.14		

¹Diferents tractaments per nivell d'energia. Cn = tractament convencional; Ex = tractament experimental.

²Els efectes fixes van ser Tractament (Trt), Dia (D) i la interacció entre tractament i dia (Trt * D).

³EEM = Error Estàndard de la Mitjana

El tractament no té cap influència en les variables estudiades. Apareixen interaccions significatives en el cas del guany mig diari (GMD) i els índex de conversió de pinso i acumulats amb el temps. És una relació difícil d'explicar però ens assenyala que aquestes variables estan afectades pel tractament però depenent del període analitzat, és a dir, en alguns períodes és més eficient el tractament Ex, en alguns el tractament Cn i, en altres, no existeixen diferències entre els dos tractaments. Això s'explica de manera més visual als **Gràfic 1** i **Gràfic 2**.

En la **Taula 10** es mostren les dades globals de fase d'acabat. En aquesta taula es pot observar que, a la fase d'acabat apareix una interacció del consum de palla diari amb el temps, això significa que el consum de palla diària depèn del període, però que els animals de tractament Cn tendeixen a consumir-ne més, com ens indica el consum de palla acumulat.

Taula 10. Dades globals de la fase d'acabat (70 dies).

Ítem	Tractament ¹		EEM ³	P – valor ²		
	Cn	Ex		Trt	D	Trt * D
Pes viu inicial (kg)	339.2	342.7	2.39	0.32		
Edat inicial (dies)	240.0	237.7	0.80	0.06		
Pes viu final (kg)	442.3	446.7	4.54	0.51		
Edat final (dies)	310.0	307.7	0.80	0.06		
Creixement (kg)	103.1	104.0	4.26	0.89		
Guany mig diari (kg/dia)	1.47	1.48	0.064	0.91	<0.01	0.36
Consum pinso diari (kg/dia)	8.36	8.39	0.123	0.83	<0.01	0.68
Consum palla diari (kg/dia)	1.25	1.15	0.044	0.11	<0.01	<0.01
Consum aigua diari (L/dia)	34.07	33.71	1.333	0.85	<0.01	0.43
Consum pinso acumulat (kg)	584.1	587.1	9.55	0.83		
Consum palla acumulat (kg)	87.0	79.8	2.77	0.09		
Consum aigua acumulat (L)	2378.6	2396.4	99.22	0.90		
Índex de conversió pinso (kg/kg)	6.03	5.98	0.213	0.89	<0.01	0.48
Índex de conversió (kg/kg)	6.94	6.82	0.244	0.73	<0.01	0.45
Cost pinso (€/vedell)	149.0	145.1	2.35	0.25		
Cost pinso kg crescut (€/vedell)	1.46	1.41	0.044	0.45		

¹Diferents tractaments per nivell d'energia. Cn = tractament convencional; Ex = tractament experimental.

²Els efectes fixes van ser Tractament (Trt), Dia (D) i la interacció entre tractament i dia (Trt * D).

³EEM = Error Estàndard de la Mitjana

Durant la fase d'acabat, els nivells d'energia al pinso són més alts pel tractament Cn (1.05 vs. 1.03 UFC), la tendència per un consum més elevat de palla es pot deure a un intent de regular aquest excés que pot estar desencadenant una acidosis (Bacha i Villamide Díaz, 2015) , i d'aquesta manera, tamponar el pH del contingut ruminal. Tot i això, cal destacar que resulta complicat registrar exactament el total de palla consumit, ja que no hi ha manera de comptabilitzar la quantitat que poden haver tirat ells mateixos.

Taula 11. Dades globals de tot l'engreix (97 dies creixement + 70 dies acabat).

Ítem	Tractament ¹		EEM ³	P – valor ²		
	Cn	Ex		Trt	D	Trt * D
Pes viu inicial (kg)	183.1	182.2	0.82	0.47		
Edat inicial (dies)	143.0	141.8	0.90	0.38		
Pes viu final (kg)	442.3	446.7	4.54	0.51		
Edat final (dies)	310.0	307.7	0.80	0.06		
Creixement (kg)	259.3	264.5	4.38	0.41		
Guany mig diari (kg/dia)	1.55	1.58	0.032	0.48	<0.01	0.12
Consum pinso diari (kg/dia)	7.58	7.49	0.061	0.26	<0.01	0.13
Consum palla diari (kg/dia)	0.92	0.89	0.028	0.37	<0.01	<0.01
Consum aigua diari (L/dia)	29.13	28.53	0.68	0.53	<0.01	0.69
Consum pinso acumulat (kg)	1265.5	1249.3	11.14	0.32		
Consum palla acumulat (kg)	153.6	147.5	4.69	0.37		
Consum aigua acumulat (L)	4856.8	4825.5	152.31	0.89		
Índex de conversió pinso (kg/kg)	5.12	5.05	0.115	0.64	<0.01	0.11
Índex de conversió (kg/kg)	5.75	5.65	0.129	0.59	<0.01	0.10
Cost pinso (€/vedell)	303.5	298.6	2.69	0.21		
Cost pinso kg crescut (€/vedell)	1.17	1.13	0.013	0.04		

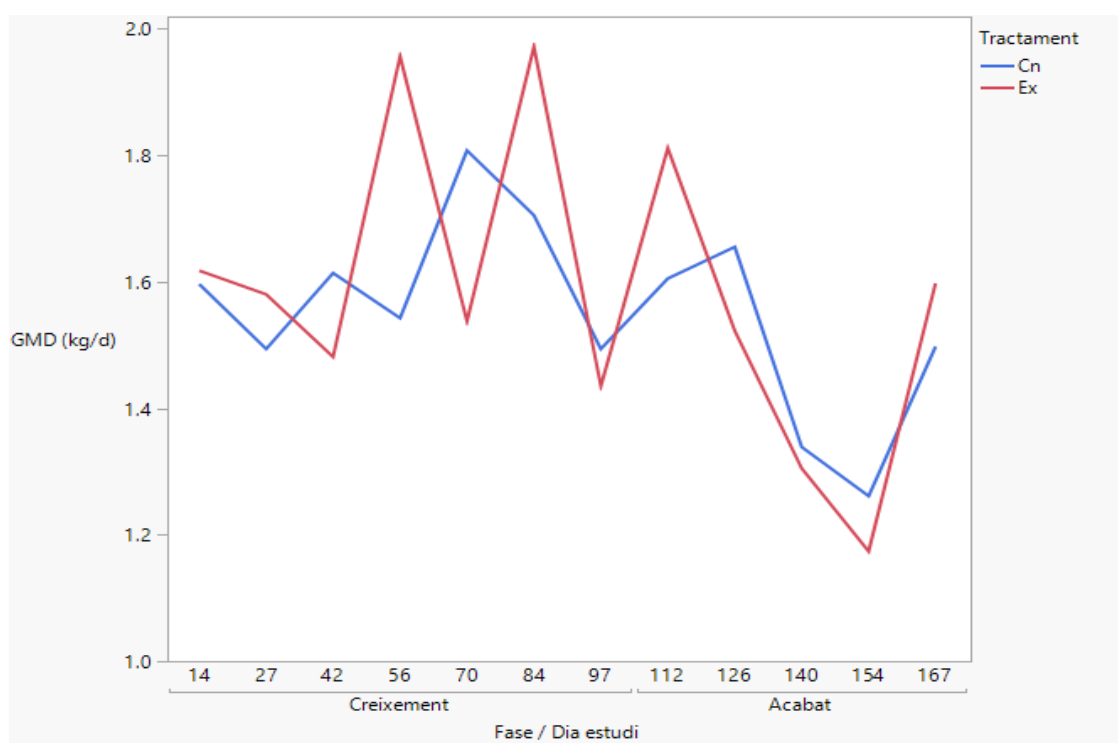
¹Diferents tractaments per nivell d'energia. Cn = tractament convencional; Ex = tractament experimental.²Els efectes fixes van ser Tractament (Trt), Dia (D) i la interacció entre tractament i dia (Trt * D).³EEM = Error Estàndard de la Mitjana

La variable a destacar en les dades globals de tot l'engreix és el cost de pinso per kg crescut, que mostra una diferència significativa a favor del tractament Ex, significativa amb un menor cost de l'engreix. En empreses amb un gran volum d'animals, aquesta reducció en el cost de pinso per kg de vedell pot acabar sent un factor important, ja que l'alimentació suposa un elevat percentatge dels costos totals de producció (Boyles et al., 2001), i permetria la optimització de beneficis.

Els animals del tractament Ex són menors pel que fa a l'edat tot i que no estadísticament. En el pes final no s'hi aprecien diferències estadístiques entre els tractaments, però són uns kg més pesats els animals del tractament Ex, però això es podria traduir en un escurçament dels dies d'engreix d'uns 2 dies.

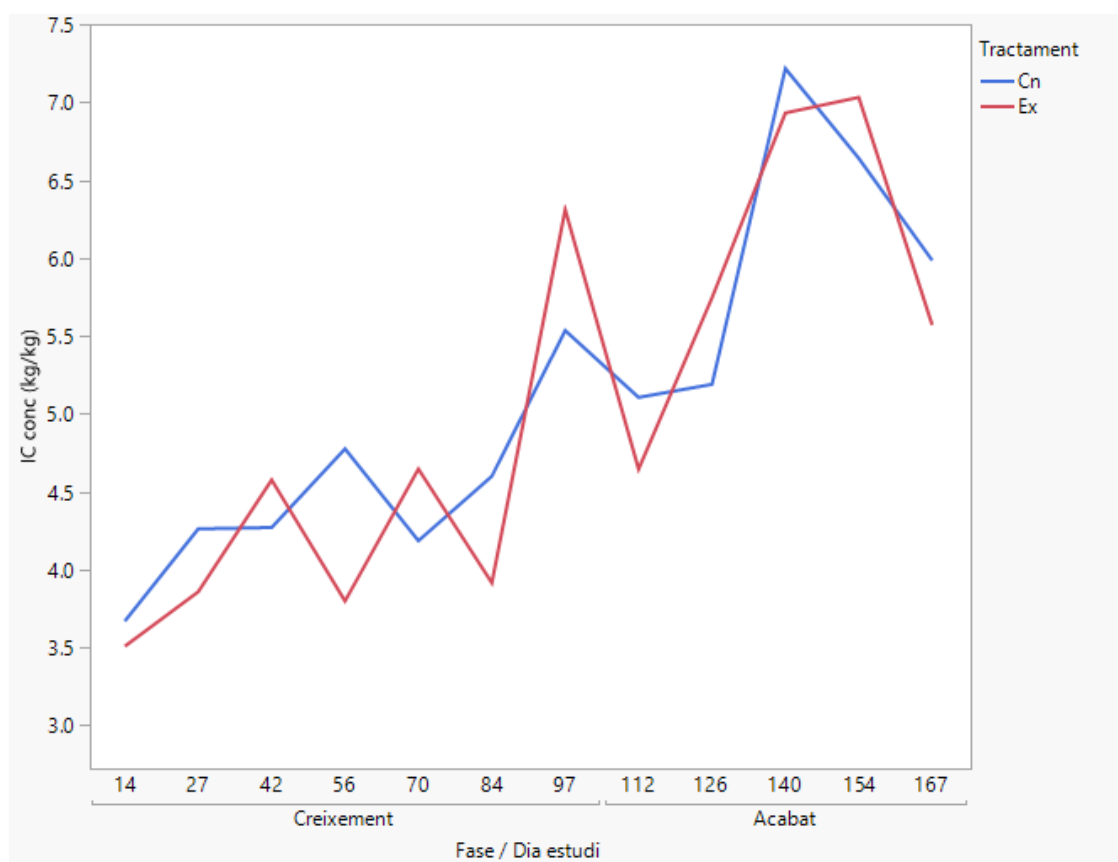
En el **Gràfic 1** es pot veure la distribució del GMD amb el pas dels dies d'estudi. Com s'ha comentat amb anterioritat, durant la fase de creixement (des del dia 0 fins al període 97), el GMD no presentava cap diferència significativa per el factor tractament, en canvi, com es pot apreciar al gràfic, si que depèn del dia (període).

Gràfic 1. Resultats del GMD de cada tractament, separat en les dues fases de l'engreix i segons cada dia de control.



Fase = Creixement o Acabat.

Es veu com en la majoria dels períodes, el GMD és similar per els dos tractaments, en un parell de casos, el tractament Ex és molt superior i més eficient que el tractament Cn, i en un cas, el tractament Cn és superior. Això és veu reflectit en el IC del concentrat (**Gràfic 2**) on, quan existeix una millor conversió per el tractament Ex, aquests també milloren el seu GMD, traduint-se amb una millor eficiència. No es generen diferències significatives, però semblaria que el tractament Ex és una mica més eficient durant la fase de creixement. Pel que fa a la fase d'acabat, els dos tractaments estan equiparats.

Gràfic 2. Resultats del IC del concentrat de cada tractament, separat en les dues fases de l'engreix i segons cada dia de control.

IC conc = Índex de conversió del concentrat.
Fase = Creixement o Acabat.

5.5 Grau de meteorisme i consistència de les femtes

Els resultats de grau de meteorisme, en tot l'estudi, no van superar el valor de 2 (2 = lleu). La majoria de valors es reparteixen entre 0 i 1 (0 = no inflat; 1 = lleugerament). Els resultats de consistència de les femtes no van ser més alts de 3 (3 = solta cap a aquosa). La majoria de valors es troba entre 1 i 2 (1 = normal; 2 = tova cap a solta).

Taula 12. Resultats de grau de meteorisme i consistència de les femtes de la fase de creixement.

Ítem	Tractament ¹		EEM ³	<i>P – valor</i> ²		
	Cn	Ex		Trt	D	Trt * D
Consistència de les femtes (%)						
1	99.6	98.7	0.74	0.39	0.01	0.62
2	0.4	1.3	0.74	0.39	0.01	0.62
3	0.0	0.0				
4	0.0	0.0				
5	0.0	0.0				
Grau de meteorisme (%)						
0	96.9	90.3	1.96	0.02	0.01	0.65
1	3.1	8.8	1.86	0.03	0.03	0.68
2	0.0	0.9	0.45	0.16	0.55	0.55
3	0.0	0.0				
4	0.0	0.0				
5	0.0	0.0				

¹Diferents tractaments per nivell d'energia. Cn = tractament convencional; Ex = tractament experimental.

²Els efectes fixes van ser Tractament (Trt), Dia (D) i la interacció entre tractament i dia (Trt * D).

³EEM = Error Estàndard de la Mitjana

Apareixen diferències estadísticament significatives entre els valors 0 i 1 de grau de meteorisme quan és analitzat per tractament, però no és important ja que la diferència que existeix entre el valor 0 i 1 és pràcticament nul·la. S'hi hauria donat molta més importància si aquest resultat hagués estat entre valors més alts de grau de meteorisme. La consistència de les femtes té diferències significatives pel factor dia, però el fet de ser un valor 1 o 2 no té importància degut a que la interpretació entre ells és molt similar.

Taula 13. Resultats de grau de meteorisme i consistència de les femtes de la fase d'acabat.

Ítem	Tractament ¹		EEM ³	P – valor ²		
	Cn	Ex		Trt	D	Trt * D
Consistència de les femtes (%)						
1	81.9	83.2	4.10	0.83	<0.01	<0.01
2	17.5	16.8	4.12	0.91	<0.01	<0.01
3	0.6	0.0	0.44	0.32	0.42	0.42
4	0.0	0.0				
5	0.0	0.0				
Grau de meteorisme (%)						
0	90.0	76.9	4.02	0.02	0.05	0.27
1	10.0	20.0	3.70	0.06	0.06	0.41
2	0.0	3.1	1.32	0.10	0.41	0.41
3	0.0	0.0				
4	0.0	0.0				
5	0.0	0.0				

¹Diferents tractaments per nivell d'energia. Cn = tractament convencional; Ex = tractament experimental.²Els efectes fixes van ser Tractament (Trt), Dia (D) i la interacció entre tractament i dia (Trt * D).³EEM = Error Estàndard de la Mitjana

Durant la fase de d'acabat, en el grau de meteorisme, hi ha una tendència, per part del tractament Ex, a tenir valors de grau de meteorisme més elevats. En cap cas això és un resultat greu, on el valor 2 s'identifica com un grau de meteorisme lleu.

Taula 14. Resultats globals de grau de meteorisme i consistència de les femtes.

Ítem	Tractament ¹		EEM ³	P – valor ²		
	Cn	Ex		Trt	D	Trt * D
Consistència de les femtes (%)						
1	92.2	92.2	1.98	1.00	<0.01	0.21
2	7.6	7.8	2.02	0.93	<0.01	0.27
3	0.3	0.0	0.18	0.32	0.45	0.45
4	0.0	0.0				
5	0.0	0.0				
Grau de meteorisme (%)						
0	94.0	84.7	2.35	<0.01	<0.01	0.43
1	6.0	13.5	2.04	0.01	<0.01	0.59
2	0.0	1.8	0.79	0.10	0.35	0.35
3	0.0	0.0				
4	0.0	0.0				

¹Diferents tractaments per nivell d'energia. Cn = tractament convencional; Ex = tractament experimental.

²Els efectes fixes van ser Tractament (Trt), Dia (D) i la interacció entre tractament i dia (Trt * D).

³EEM = Error Estàndard de la Mitjana

Els resultats de consistència de les femtes i grau de meteorisme, com es comenta anteriorment, estan basats en el registre visual i en el criteri de l'observador, són valors subjectius i la diferència entre dos números seguits és molt poca, per tant, es pot dir que el tractament no ha afectat ni a generat diferències entre els animals, ni ha variat durant el transcurs de l'estudi.

5.6 Qualitat de la canal

Les dades productives de rendiment i qualitat de la canal, no han mostrat cap diferència estadísticament significativa entre els dos tractaments aplicats. Les variables analitzades en quant a rendiment i qualitat de la canal, es mostren a la **Taula 15**.

Taula 15. Resultats d'escorxador dels vedells segons tractament. Anàlisi fet amb dades individuals.

Ítem	Tractament ¹		EEM ³	P - valor ²
	Cn	Ex		Dieta
Dies d'estudi	170.5	170.6	0.42	0.89
Nombre de vedells	32	31		
Edat sacrifici (dies)	313.5	311.2	4.33	0.71
Pes viu sacrifici (kg)	448.2	452.1	8.16	0.74
Pes canal (kg)	239.5	240.3	4.66	0.91
Rendiment de canal (%)	53.4	53.1	0.36	0.53
Conformació ⁴ (%)				
R	6.2	16.1		
O	37.5	16.1		0.11
P	56.3	67.8		
Engrassament ⁵ (%)				
1	0.0	0.0		
2	0.0	3.2		0.31
3	100.0	96.8		

¹Diferents tractaments per nivell d'energia. Cn = tractament convencional; Ex = tractament experimental.

²Dieta = efecte del nivell d'energia i proteïna del pinso

³EEM = Error Estàndard de la Mitjana

Aquests resultats acaben per no destacar ni tenir molta importància ja que el disseny experimental, on es variava el nivell d'energia per cada fase, arriba a una energia total que és igual per els dos tractaments. Es veu que no hi ha diferències entre tractaments en cap de les variables analitzades, i per tant, el rendiment i qualitat de la canal són similars.

Tot no trobar-se associació entre tractament i conformació ($p=0.11$) hi ha diferències en els percentatges de canals de les tres categories. Si tenim en compte el preu pagat per kg canal de cada classe (U: 3.86 €, R: 3.63 € i O: 3.25, Lonja de Binèfar setmana 02 2021) el preu mig del kg canal ponderat pel percentatge de cada classe dels dos tractament és molt semblant (Cn: 3.43 € i Ex: 3.40€).

5.7 Avaluació macroscòpica de rumen i fetge

La variable erosió de papil·les ha mostrat una tendència ($P < 0.06$) on assenyala que els animals del tractament Cn (68.8 %) tendeixen a patir més erosió de les papil·les que els del tractament Ex (45.2 %).

Taula 16. Resultats de pH ruminal i de l'avaluació macroscòpica dels rúmens i fetges a escorxador. Anàlisi fet amb dades individuals.

Ítem	Tractament ¹		EEM ³	<i>P – valor</i> ²
	Cn	Ex		Dieta
pH rumen	5.47	5.54	0.110	0.64
Color rumen ⁴				
1	0.0	0.0		
2	3.1	0.0		
3	75.0	74.2		0.59
4	21.9	25.8		
5	0.0	0.0		
Fusió papil·les ruminals ⁵ (%)				
Si	56.3	54.8		0.91
No	43.7	45.2		
Queratinització papil·les (%)				
Si	53.1	38.7		0.25
No	46.9	61.3		
Presència pèl a les papil·les (%)				
Si	40.6	32.3		0.49
No	59.4	67.7		
Erosió de papil·les (%)				
Si	68.8	45.2		0.06
No	31.2	54.8		
Altres lesions papil·les (%)				
Adherències	9.4	6.5		0.67
Res	90.6	93.5		
Llargada de les papil·les (%)				
Curtes	21.9	32.3		0.47

Mitjanes	50.0	35.5	
Llargues	28.1	32.2	
Amplada de les papil·les (%)			
Primes	34.4	35.5	
Mitjanes	28.1	22.6	0.87
Gruixudes	37.5	41.9	
Abscessos fetge (%)			
Si	6.3	3.2	
No	93.7	96.8	0.57
Inflamació fetge (%)			
Si	6.3	16.1	
No	93.7	83.9	0.21
Decomisos tracte respiratori (%)			
Contaminació	0.0	6.5	
Inflamació	3.1	0.0	
Pneumònia	6.3	3.1	0.34
Res	90.6	90.3	

¹Diferents tractaments per nivell d'energia. Cn = tractament convencional; Ex = tractament experimental.

²Dieta = efecte del nivell d'energia i proteïna del pinso

³EEM = Error Estàndard de la Mitjana

⁴Adaptat de González et al., (2001) = Color de rumen: 1 (blanc); 5 (negre)

⁵Adaptat de (Nocek et al., 1984)

La taula anterior ens mostra que els dos tractaments estaven en un nivell de pH àcid, per tant ens indica que estaven en acidosis subclínica (Nagaraja i Lechtenberg, 2007). Aquest percentatge més elevat d'erosió de papil·les per part del tractament Cn pot ser degut a que durant la fase d'acabat, han consumit un pinso molt més energètic (1.05 UFC), que ha fet baixar el pH i ha causat l'aparició d'erosions (Boyles et al., 2001).

6 CONCLUSIONS

Una vegada obtingut i analitzats els resultats de l'estudi, es poden donar per complerts o no els objectius plantejats des de l'inici.

No s'ha observat cap mena de relació entre els dos tractaments i el comportament, tant general com social dels animals. Tampoc n'apareix entre la interacció del tractament per el dia d'estudi i el comportament, per tant es pot afirmar que el nivell d'energia en el pinso no afecta al comportament dels animals.

A les dades productives, el tractament Cn té un consum més elevat de palla, fet que podria estar associat a la dieta més energètica i una situació d'acidosis sub-clínica, ja que també mostren un pH ruminal més baix.

Els animals del tractament Ex mostren una tendència a ser més eficients i arriben al mateix pes final tot i ser animals de menor edat, fet que pot permetre una reducció de 2 dies l'etapa de l'engreix. Això es veu reflectit al resultat global del cost del pinso per kg de vedell, on surt econòmicament millor el tractament Ex de forma significativa.

Pel que correspon al rendiment i qualitat de la canal, no existeixen diferències entre tractaments, per tant, el nivell d'energia variable no afecta als resultats d'escorxador. En quant a l'avaluació macroscòpica de rúmens i fetge, hi ha una tendència per part del tractament Cn a desenvolupar més erosió de les papil·les ruminals, degut a un nivell d'energia més elevat durant la fase d'acabat.

7 REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- Bacha, F., i Villamide Díaz, M. J. (2015). Enfermedades metabólicas en los sistemas itnensivos de producción de carne bovina: Acidosis. *XLIII Jornadas Uruguayas de Buiatría | XLIII Jornadas Uruguayas de Buiatría | 11/06/2015-12/06/2015 | Paysandú*.
- Boyles, S. L., Anderson, V. L., i Koch, K. B. (2001). *FEEDING BARLEY TO CATTLE*.
- Brown, H., Bing, R. F., Grueter, H. P., McAskill, J. W., Cooley, C. O., i Rathmacher, R. P. (1975). Tylosin and Chlortetracycline for the Prevention of Liver Abscesses, Improved Weight Gains and Feed Efficiency in Feedlot Cattle. *Journal of Animal Science*, 40(2), 207–213. <https://doi.org/10.2527/jas1975.402207x>
- De Blas, C., García-Rebollar, P., Cambra-López, M., i Torres, A. G. (2008). *CONTRIBUCIÓN DE LOS RUMIANTES A LAS EMISIONES DE GASES CON EFECTO INVERNADERO*.
- Estabrook, G. (1979). Quantitative Ethology. *Mathematical Biosciences*, 44(3–4), 303–304. [https://doi.org/10.1016/0025-5564\(79\)90089-0](https://doi.org/10.1016/0025-5564(79)90089-0)
- Ferret, A., Calsamiglia, S., Bach, A., Devant, M., Fernández, C., i García-Rebollar, P. (2008). *NECESIDADES NUTRICIONALES PARA RUMIANTES DE CEBO NORMAS FEDNA*.
- Johnson, R. H., Brown, L. R., Jacobson, N. L., i Homeyer, P. G. (1958). Effectiveness and Practicability of some Oils, Penicillin, n-Decyl Alcohol, and Lecithin in the Control of Alfalfa Bloat. *Journal of Animal Science*, 17(3), 893–902. <https://doi.org/10.2527/jas1958.173893x>
- Lesmeister, K. E., i Heinrichs, A. J. (2004). Effects of corn processing on growth characteristics, rumen development, and rumen parameters in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 87(10), 3439–3450. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73479-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73479-7)
- Lesmeister, K. E., Tozer, P. R., i Heinrichs, A. J. (2004). Development and analysis of a rumen tissue sampling procedure. *Journal of Dairy Science*, 87(5), 1336–1344. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73283-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73283-X)
- Mach, N., Bach, A., Velarde, A., i Devant, M. (2008). Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. *Meat Science*, 78(3), 232–238. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.06.021>
- Marti, S., Velarde, A., de la Torre, J. L., Bach, A., Aris, A., Serrano, A., Manteca, X., i Devant, M. (2010). Effects of ring castration with local anesthesia and analgesia in Holstein calves at 3 months of age on welfare indicators. *Journal of Animal Science*, 88(8), 2789–2796. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2408>
- Mounier, L., Veissier, I., i Boissy, A. (2005). Behavior, physiology, and performance of bulls mixed at the onset of finishing to form uniform body weight groups. *Journal of Animal Science*, 83(7), 1696–

1704. <https://doi.org/10.2527/2005.8371696x>
- Nagaraja, T. G., i Lechtenberg, K. F. (2007). Acidosis in Feedlot Cattle. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 23, Issue 2, pp. 333–350). Vet Clin North Am Food Anim Pract. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.04.002>
- Nocek, J. E., Heald, C. W., i Polan, C. E. (1984). Influence of Ration Physical Form and Nitrogen Availability on Ruminant Morphology of Growing Bull Calves. *Journal of Dairy Science*, 67(2), 334–343. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(84\)81306-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(84)81306-5)
- Paniagua, M., Crespo, J., Arís, A., i Devant, M. (2019). Citrus aurantium flavonoid extract improves concentrate efficiency, animal behavior, and reduces rumen inflammation of Holstein bulls fed high-concentrate diets. *Animal Feed Science and Technology*, 258, 114304. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.114304>
- Robles, V., González, L. A., Ferret, A., Manteca, X., i Calsamiglia, S. (2007). Effects of feeding frequency on intake, ruminal fermentation, and feeding behavior in heifers fed high-concentrate diets. *Journal of Animal Science*, 85(10), 2538–2547. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-739>
- Rotger, A., Ferret, A., Manteca, X., Ruiz De La Torre, J. L., i Calsamiglia, S. (2006). Effects of dietary nonstructural carbohydrates and protein sources on feeding behavior of tethered heifers fed high-concentrate diets 1. In *J. Anim. Sci* (Vol. 84).
- SITRAN (2019). *Estudio del sector español de cebo de vacuno*. <http://publicacionesoficiales.boe.es/>
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., i Lewis, B. A. (1991). Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583–3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Verdú, M., Bach, A., i Devant, M. (2015). Effect of concentrate feeder design on performance, eating and animal behavior, welfare, ruminal health, and carcass quality in Holstein bulls fed high-concentrate diets1. *Journal of Animal Science*, 93(6), 3018–3033. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8540>